

Моделирование виртуального тренажера на базе автоматного подхода

Ю.В. Штырлов

*Ульяновский институт гражданской
авиации имени Главного маршала авиации Б.П. Бугаева*

Аннотация: Рассматриваемая модель виртуального тренажера, основанная на автоматном подходе, обеспечивает инструментарий для изучения действий пользователей в условиях взаимодействия со сложными системами или объектами. Это, в свою очередь, дает базу для тщательного анализа и определения типичных и уникальных ошибок, совершаемых в процессе обучения или работы.

Ключевые слова: авиационные тренажеры, разработка тренажерных систем, симуляторы авиационного приборного оборудования.

Принцип работы виртуального тренажера на базе автоматного подхода схематически изображен на рисунке 1, демонстрирующем его сериальную концепцию. Сериальная концепция подразумевает последовательную обработку информации и позволяет отслеживать действия пользователя пошагово, что способствует более точному выявлению ошибок.

В дополнение к изложенным принципам, важно подчеркнуть, что эффективность и полезность модели виртуального тренажера значительно возрастают за счет его адаптивности и гибкости. Модель легко модифицируема для работы с различными сложными объектами, что делает ее универсальным инструментом в разнообразных областях применения – от авиасимуляторов до медицинских тренажеров [1].

Реализация и внедрение модели виртуального тренажера на базе автоматного подхода открывает новые горизонты в областях обучения и диагностики. Это не просто повышает точность идентификации ошибок обучаемых, но и обеспечивает платформу для разработки персонализированных методик обучения, адаптированных под специфику работы с конкретными сложными системами. Осознание потенциала и гибкости такой модели может стать ключевым моментом в продвижении эффективных педагогических технологий.

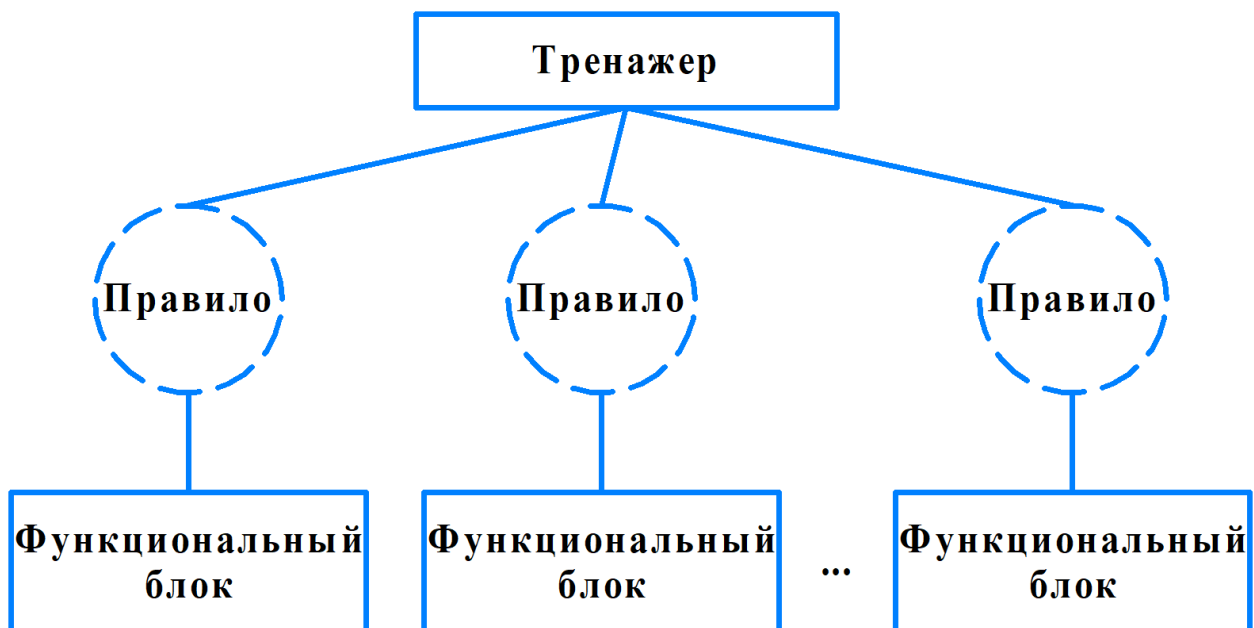


Рис. 1. – Структура тренажера на базе автоматного подхода [2]

В основе работы современных тренажеров лежит сложная система, устроенная таким образом, чтобы обеспечить максимальную эффективность и удобство обучающемуся. Эта система строится на детально проработанной структуре, включающей в себя различные аспекты взаимодействия пользователя с тренажером.

Первоначально, важно понимать, что любой тренажер разрабатывается с учетом широкого спектра возможных сценариев использования. Это подразумевает наличие разнообразных состояний, которые определяются в рамках пространства параметров, характерных для данного тренажера. Такие состояния формируют фундамент, на котором строится всё взаимодействие с тренажером.

Добавление управляющих воздействий в эту систему открывает перед пользователем множество возможностей по взаимодействию с тренажером. Управляющие воздействия могут быть различны по своей природе, но все

они направлены на изменение текущего состояния тренажера, что позволяет моделировать разнообразные ситуации обучения.

Чтобы сделать эту систему предсказуемой и логичной для конечного пользователя, разработчики вводят комплекс правил. Эти правила действуют по схеме «если – то», где определенное состояние тренажера в сочетании с конкретным управляющим воздействием пользователя задает направление для следующего перехода в новое состояние. Именно такие правила делают обучение на тренажере эффективным и структурированным [3].

Не менее важными являются функциональные блоки и описание ошибочных состояний, которые играют ключевую роль в обеспечении надежности и безопасности процесса обучения. Функциональные блоки обеспечивают выполнение определенных задач в рамках работы тренажера, в то время как система ошибочных состояний распознает и предупреждает о возможных неправильных действиях обучаемого, минимизируя риск возникновения нежелательных ситуаций.

Стоит подчеркнуть, как важно осознавать всю сложность и многоуровневость структуры современного тренажера. Все перечисленные элементы – множество состояний, управляющие воздействия, правила, функциональные блоки и система обработки ошибочных состояний – неразрывно связаны между собой, создавая единую, хорошо организованную систему, которая направлена на обеспечение качественного и эффективного обучения.

В мире тренажеров ключевое значение имеют функциональные блоки. Они являются независимыми модулями, каждый из которых нацелен на решение определенной задачи, не взаимодействуя при этом с другими модулями. Эти блоки - основа структуры тренажера, определяющая его эффективность и способность выполнять заданные функции.

В каждом функциональном блоке действует система правил. Эти правила задают параметры работы блока, обеспечивая его функционирование в соответствии с заложенными задачами. Среди всех правил выделяют целевые. Целевое правило – это финальная ступень в логике работы модуля, непосредственно связанная с достижением его основной цели, например, активацией определенного режима работы тренажера.

Неотъемлемой частью функционирования тренажеров является также учет ошибочных состояний. Это ситуации, при которых тренажер не может выполнить заданную функцию или работает не по назначению. Выявление и анализ таких состояний критически важны для поддержания работоспособности системы в целом.

Таким образом, структура тренажера строится на базе функциональных блоков, каждый из которых обладает индивидуальной системой правил для успешного выполнения своей задачи. Целевые правила в этих системах задают направление для достижения конечных целей, в то время как анализ ошибочных состояний помогает поддерживать надежную и эффективную работу тренажера. Организация и взаимосвязь этих элементов определяют функциональность и долговечность тренажеров, подчеркивая важность тщательного проектирования и планирования на всех этапах создания и эксплуатации учебно-тренировочного оборудования [4].

При начале выполнения определенного упражнения на тренажере, тренируемый человек начинает эксперимент, активно взаимодействуя с оборудованием. Это взаимодействие кульминаций в создании управляющих команд, которые напрямую влияют на работу тренажера.

Основные моменты тренировочного процесса включают в себя:

- Активное участие обучаемого, которое выражается в генерации управляющих сигналов.

- Запуск механизма подсчета тактов, где каждый изданный управляющий сигнал увеличивает значение счетчика на единицу.

- В результате каждого управляющего воздействия происходит переход состояния тренажера в новую фазу, что является ключевым моментом для достижения обучающего эффекта.

Для наглядности, представим, что после каждой команды, состояние тренажера обновляется, принимая новое значение, которое мы будем обозначать как $S(t)$, где t указывает на конкретный такт во времени. Это позволяет наблюдать за динамикой процесса обучения и адаптации ученика к тренажеру.

Стоит также отметить, что переход из одного состояния в другое, с $S(t-1)$ до $S(t)$, регламентируется специализированным правилом, обозначенным как $R(t)$, которое определяет логику изменений в работе тренажера в ответ на действия обучаемого.

$$R(t) = S(t-1) \rightarrow S(t),$$

В этом процессе:

1. Тренируемый активно взаимодействует с тренажером.
2. За каждое воздействие счетчик инкрементируется, что свидетельствует о ходе обучения.
3. Изменение состояния тренажера отслеживается через маркеры времени ($S(t)$), позволяя оценить прогресс.

Добавление нового уровня интерактивности и обратной связи через систему подсчета и управления помогает учащемуся ощутить непосредственный результат своих усилий, делая процесс обучения еще более продуктивным и мотивирующим [5].

В конечном счете, вся система взаимодействий между учеником и тренажером, регулируемая через управляющие воздействия и

сопровождающаяся подсчетом тактов, способствует формированию понимания динамики и логики работы устройства. Это не только эффективно способствует обучению, но и позволяет в динамике наблюдать и анализировать процесс освоения упражнений, постепенно увеличивая степень сложности и подстраивая программу под индивидуальные особенности ученика.



Рис. 2 – Интерфейс программы симуляции захода на посадку [6]

Давайте глубже погрузимся в анализ наиболее распространенных ошибок, возникающих у пользователей в процессе обучения, и разработаем комплексные методы для их точного определения и последующего устранения. Этот процесс начнется с детализированной классификации ошибок, что позволит нам составить эффективную стратегию их исправления.

Ошибки, с которыми мы сталкиваемся, могут быть разделены на следующие категории:

- В первую очередь, стоит выделить ошибку, известную как "Петля". Она характеризуется повторением пользователем определенного состояния через интервалы времени. Формально это может быть описано как $S(t) == S(t - n)$, где n обозначает количество шагов во времени (от 1 до t), которые возвратили пользователя к предыдущему состоянию. Этот вид ошибки включает в себя ситуации, когда после определенного воздействия состояние системы или устройства не меняется, что является бездействием в ином измерении.

- Следующий тип ошибки – это «Неизменное состояние». Это случай, когда после попытки изменения состояния устройства или системы, последующее состояние остается идентичным предыдущему, отраженное как $S(t) == S(t - 1)$. Этот феномен, являясь особым случаем «Петли», указывает на неэффективность попытки изменить параметры системы.

- Кроме того, мы сталкиваемся с «Ошибкой прибора», когда устройство попадает в неисправное или нежелательное состояние. Определяется это как ситуация, где текущее состояние устройства входит в диапазон известных ошибочных состояний, иными словами, $S(t)$ является элементом множества состояний, признанных ошибочными. Это означает, что пользователь, возможно невольно, привел систему в состояние, при котором нормальная работа невозможна.

На основе этих классификаций, целесообразно разработать набор принципов и правил для идентификации и коррекции обнаруженных ошибок. Важно, чтобы эти методы были адаптированы с учетом специфики прибора или системы, а также уровня подготовки и опыта пользователей [7].

В начале работы над заданием, обучающийся подошел к корректировке одного из параметров, уже предварительно настроенных в незавершенной части упражнения. Это демонстрирует изучение основ работы с настройками, однако еще не указывает на стратегическое использование этих знаний. Он

установил временной интервал в 15 секунд, но прервал этот процесс, переключившись на активацию внутреннего режима запуска функционального блока.

Далее, студент решил исследовать возможности переиспользования одного из функциональных блоков, что подразумевает не только выбор блока из доступного множества, но и применение его в различных ситуациях согласно правилам блока. Они обнаружили, что для некоторых блоков существуют правила (обозначим их $R(t)$ для текущего случая), которые могут быть применены вновь при других обстоятельствах (обозначим их $R(n)$ для альтернативных условий), подчеркивая важность гибкости в использовании блоков.

Ключевой момент в процессе обучения кроется в попытках использовать функциональный блок для достижения конкретной цели без предварительного достижения ожидаемого результата. Комбинируя различные правила $R(k)$ и $R(n)$ в рамках функционального блока b , обучающийся стремился найти способы достижения конечного состояния $S(t)$, которое считается успешным выполнением упражнения [8].

Основополагающим становится взаимодействие с промышленностью и научно-исследовательскими учреждениями, что способствует не только развитию науки, но и стимулирует технологический прогресс в целевых секторах экономики. Важным аспектом такого сотрудничества является обмен опытом и ресурсами, что в свою очередь позволяет усилить лабораторно-исследовательские мощности и повысить качество учебного процесса.

В контексте этих стремлений разработан процедурный тренажер, предназначенный для освоения системы посадки. Это достижение стало возможным благодаря применению новаторского подхода к обучению и исследованиям. Данный тренажер получил официальное признание, что

подтверждается свидетельством о регистрации программного продукта №2023669648, выданным 18 сентября 2023 года.

Стоит отметить, что внедрение данного тренажера в образовательный и исследовательский процессы открывает новые горизонты для подготовки специалистов. Это не только способствует лучшему пониманию всех аспектов инструментальной системы посадки, но и является шагом вперед к более интенсивному взаимодействию теории с практикой. Более того, возможность непосредственной работы с тренажером значительно повышает уровень подготовки и готовности студентов и исследователей к реальным задачам в данной области.

Подводя итог, перспективы и достижения в этом направлении исследований и образования открывают путь к более глубокому пониманию и интеграции современных технологий в практическую деятельность. Разработка и внедрение тренажеров, подобных упомянутому, становится залогом успешного прогресса в изучении сложных систем и оборудования, что обеспечивает значительный вклад в общее развитие науки и техники.

Изучение системы посадки через процедурный тренажер является ключевым моментом для освоения инструментальных систем посадки и ознакомления с комплексными принципами работы во время посадки. Один из основных инструментов, позволяющих пилотам научиться эффективно управлять процессом посадки, это пилотажно-навигационный комплекс Garmin G1000. Особое внимание уделяется изучению его функциональных возможностей и работы с отдельными органами управления.

Введение в процесс изучения начинается с теоретической подготовки, включающей в себя знакомство с работой инструментальной системы управления посадкой. Далее, углубляясь в практические аспекты, сконцентрируем внимание на:

- Основных принципах летной эксплуатации.
-

- Компонентах и функциях пилотажно-навигационного комплекса Garmin G1000.

- Различных органах управления и их назначении.

Процедурный тренажер разработан таким образом, что его составляющие идеально дополняют друг друга, тем самым предлагая учащимся глубокое понимание всех процессов, происходящих во время посадки.

Литература

1. Аполлонов А.В., Александров В.В., Кутузов А.М. Компьютерные тренажеры и их применение для подготовки студентов и инженеров-электромехаников // Вестник ВГАВТ. 2005. №13. С. 16-21.

2. Афанасьев А.Н., Войт Н.Н., Канев Д.С. Модель и метод разработки и анализа компьютерных тренажеров // Автоматизация процессов управления. 2015. №2 (40). С. 64-71.

3. Борисов В.Е., Евсевичев Д.А. Автоматизация управления процессом обучения при подготовки авиадиспетчеров // Автоматизация процессов управления: сб. науч. тр. Молодеж. науч.-техн. конф., Ульяновск, 15-16 мая 2018 г.: В 2 ч. / отв. за вып. А.Л. Савкин. Ульяновск: ФНПЦ АО «НПО «Марс», 2018. Ч. 1. С. 13-20.

4. Борисов В.Е., Евсевичев Д.А., Костиков Е.А. Система изучения метеорологической навигационной РЛС // Автоматизация процессов управления: сб. науч. тр. Молодеж. науч.-техн. конф., Ульяновск, 15-16 мая 2018 г.: В 2 ч. / отв. за вып. А.Л. Савкин. Ульяновск: ФНПЦ АО «НПО «Марс», 2018. Ч. 1. С. 21-27.

5. Дозорцев В.М., Кнеллер Д.В. Технологические компьютерные тренажеры // Промышленные АСУ и контроллеры. 2004. № 12. С. 1-19.



6. Дудырев Ф.Ф., Максименкова О.В. Симуляторы и тренажеры в профессиональном образовании: педагогические и технологические аспекты // Вопросы образования. 2020. № 3. С. 255-276.

7. Евсевичев Д.А., Самохвалов М.К. Автоматизация расчета эргономических параметров средств отображения информации на рабочем месте авиадиспетчера // Автоматизация процессов управления. 2017. №3 (49). С. 70-78.

8. Братухина А.Г. Информационные технологии в наукоемком машиностроении: Компьютерное обеспечение индустриального бизнеса. Киев: Техника, 2001. 728 с.

9. Концепция создания и развития Аэронавигационной системы России // Инф. бюлл. по вопросам организации воздушного движения / ФГУП ГосНИИ «Аэронавигация». 2006. №2. С. 123-130.

10. Липаев В.В., Филинов Е.Н. Мобильность программ и данных в открытых информационных системах. М: Научная книга, 1997. 361 с.

References

1. Apollonov A.V., Aleksandrov V.V., Kutuzov A.M. Vestnik VGAVT. 2005. №13. pp. 16-21.

2. Afanas`ev A.N., Vojt N.N., Kanev D.S. Avtomatizaciya processov upravleniya. 2015. №2 (40). pp. 64-71.

3. Borisov V.E., Evsevichev D.A. Avtomatizaciya processov upravleniya: sb. nauch. tr. Molodezh. nauch.-texn. konf., Ul`yanovsk, 15-16 maya 2018 g.: V 2 ch. otv. za vy`p. A.L. Savkin. Ul`yanovsk: FNPCz AO «NPO «Mars», 2018. Ch. 1. pp. 13-20.

4. Borisov V.E., Evsevichev D.A., Kostikov E.A. Avtomatizaciya processov upravleniya: sb. nauch. tr. Molodezh. nauch.-texn. konf., Ul`yanovsk, 15-16 maya 2018 g.: V 2 ch. otv. za vy`p. A.L. Savkin. Ul`yanovsk: FNPCz AO «NPO «Mars», 2018. Ch. 1. pp. 21-27.



5. Dozorcev V.M., Kneller D.V. Promy`shlenny`e ASU i kontrollery`. 2004. № 12. pp. 1-19.
6. Dudy`rev F.F., Maksimenkova O.V. Voprosy` obrazovaniya. 2020. № 3. pp. 255-276.
7. Evsevichev D.A., Samoxvalov M.K. Avtomatizaciya processov upravleniya. 2017. №3 (49). pp. 70-78.
8. Bratuxina A.G. Informacionny`e texnologii v naukoemkom mashinostroenii: Komp`yuternoe obespechenie industrial`nogo biznesa [Information technologies in high-tech engineering: Computer support for industrial business]. Kiev: Texnika, 2001. 728 p.
9. Inf. byull. po voprosam organizacii vozdušnogo dvizheniya. FGUP GosNII «Ae`ronavigaciya». 2006. №2. pp. 123-130.
10. Lipaev V.V., Filinov E.N. Mobil`nost` programm i danny`x v otkry`ty`x informacionny`x sistemax [Mobility of programs and data in open information systems]. M: Nauchnaya kniga, 1997. 361 p.

Дата поступления: 8.02.2025

Дата публикации: 26.03.2025